



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
16.02.2005 Patentblatt 2005/07

(51) Int Cl.7: **C21D 9/56, C21D 11/00**

(21) Anmeldenummer: **04019152.0**

(22) Anmeldetag: **12.08.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL HR LT LV MK

(71) Anmelder: **Kramer, Carl, Prof.Dr.-Ing.**
52076 Aachen (DE)

(72) Erfinder: **Kramer, Carl, Prof.Dr.-Ing.**
52076 Aachen (DE)

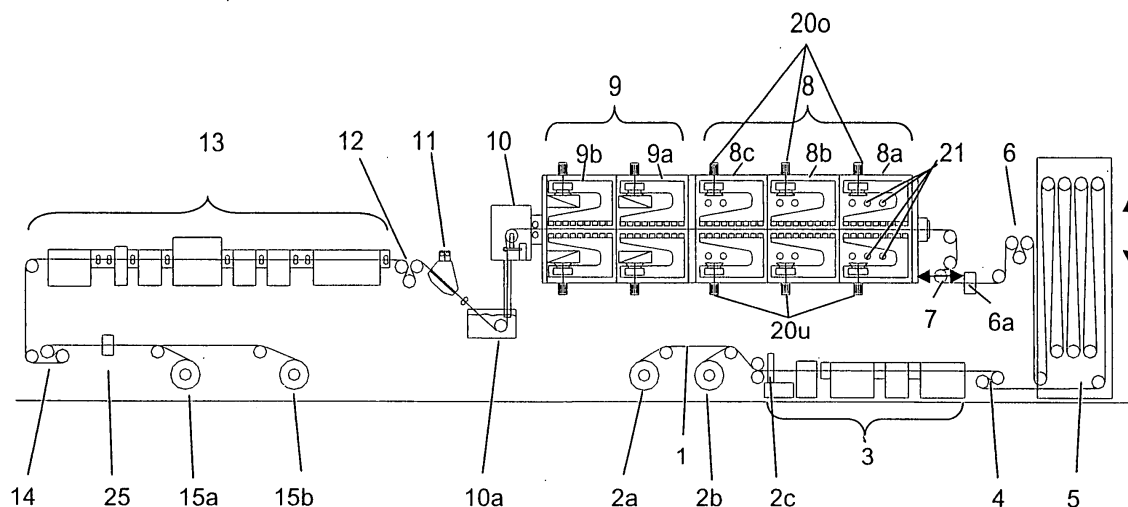
(30) Priorität: **14.08.2003 DE 10337502**

(74) Vertreter: **Schwabe - Sandmair - Marx**
Stuntzstrasse 16
81677 München (DE)

(54) **Verfahren zum Betrieb einer Durchlauf-Wärmebehandlungsanlage für Bänder mit überwiegend konvektiver Wärmeübertragung**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Durchlauf-Wärmebehandlungsanlage für Bänder aus Stahl oder Metall mit im Laufe des Anlagenbetriebes wechselnden Massendurchsätzen, Querschnitten und/oder Oberflächen mit überwiegend konvektiver Wärmeübertragung auf das Band durch mindestens einen in einem Erwärmungsteil umgewälzten beheizten Gasstrom mit Einrichtungen zur Regelung und/oder Steuerung der Beheizungseinrichtung für den Gasstrom und des Antriebs eines jeden Umwälzventilators. Die im Erwärmungsteil auf das Band übertragene Wärme wird von der Prozesssteuerung der Anlage bei durch

Änderung der Bandabmessungen und/oder der thermischen Eigenschaften des Bandes sich transient änderndem Leistungsbedarf bereits vor und/oder während dieses Veränderungsvorganges unter Berücksichtigung des Einflusses der Wärmeträgheit der in der Anlage enthaltenen Massen in Beziehung zu den Banddurchsatzparametern durch Veränderung des Leistungsstellgrades der Beheizungseinrichtung und/oder durch Veränderung der konvektiven Wärmeübertragung dem jeweiligen Oberflächendurchsatz des Gutes unter Berücksichtigung des jeweiligen Gutquerschnittes bei Beachtung der thermischen Eigenschaften des Gutmaterials angepasst.



Figur 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Durchlauf-Wärmebehandlungsanlage für Bänder, speziell Bänder aus metallischen Werkstoffen, mit überwiegend konvektiver Wärmeübertragung.

[0002] In Durchlaufwärmebehandlungsanlagen für Bänder mit überwiegend konvektiver Wärmeübertragung durch Strömungsbeaufschlagung der kontinuierlich zu- und abgeführten Warenbahn mit einem umgewälzten beheizten Gasstrom wird üblicherweise zur Kontrolle der Heizleistung eine Temperaturregelung für die Beheizungseinrichtung für den Gasstrom eingesetzt. Diese Temperaturregelung erfolgt mit Hilfe von Temperatur-Referenzmessstellen, welche die Ist-Temperatur z.B. des Gasstroms anzeigen. Diese Ist-Temperatur wird vom Regler nach dem Stand der Technik mit der Sollwert-Temperatur verglichen und aus dieser Regelabweichung die Stellgröße ermittelt, mit der die Heizleistung der Abweichung zwischen Temperatur-Sollwert und Temperatur-Istwert entsprechend nachgeregelt wird.

[0003] Bei Durchlaufanlagen, die aus mehreren hintereinander angeordneten, in Bezug auf die Temperaturen einzeln einstellbaren Zonen bestehen, die nacheinander von dem Band durchlaufen werden, erfolgt diese Regelung zonenweise.

[0004] Solange der Betrieb der Anlage stationär erfolgt, also sich, vom festen Ort aus betrachtet, weder an den Betriebsbedingungen noch an dem Durchsatz irgendetwas ändert, ist diese Regelung voll ausreichend, da sich bei einem einmal eingefahrenen Zustand keine Regelschwankungen mehr ergeben.

[0005] Wird dagegen eine Anlage angefahren oder aus anderen Gründen die Durchlaufgeschwindigkeit des Bandes oder der Banddurchsatz, z. B. durch Veränderung des Bandquerschnittes, verändert - dabei kann die Banddurchlaufgeschwindigkeit konstant bleiben -, so weist diese Art der Heizleistungsverstellung mit Hilfe einer Temperaturregelung erhebliche Nachteile auf.

[0006] So wird z. B. eine Durchlaufglühanlage für Metallbänder vor dem Einschalten des Bandlaufes zunächst auf die in den einzelnen Heizzonen erforderliche Betriebstemperatur gebracht. Dabei befindet sich im Ofen ein sogenanntes Vorläuferband, das sich in der Regel in Bezug auf Abmessungen und thermische Eigenschaften erheblich von dem Produktionsband unterscheidet und meist einen wesentlich kleineren Querschnitt hat. Sobald die Verbindungsstelle zwischen Vorläuferband und Produktionsband in die Ofenanlage eintritt, steigt plötzlich der Leistungsbedarf, der zur Erwärmung des Produktionsbandes entsprechend der vorgegebenen Glühkurve in der jeweiligen Zone erforderlich ist. Da die entsprechende Heizleistungserhöhung nicht plötzlich bereitgestellt werden kann und insbesondere erst die Temperatur an dem aus physikalischen Gründen trägen Referenz-Temperaturmessgerät absinken

muss, damit der Regler den Bedarf an nachzuführender Heizleistung erkennt, ergeben sich Temperaturschwankungen, die für viele Materialien nicht zulässig sind und insbesondere bei modernen Hochleistungsanlagen, bei denen zur Erzielung eines möglichst hohen Gutdurchsatzes hohe Gutgeschwindigkeiten realisiert werden, außerhalb der zulässigen Toleranzen liegen.

[0007] Die gleiche Situation ergibt sich für die Verbindungsstelle zwischen Produktionsbändern, deren Querschnitt und/oder Breite unterschiedlich ist und/oder die wegen unterschiedlichem Bandmaterial unterschiedliche Glühbedingungen erfordern.

[0008] Die Folgen sind, dass beim Beispiel einer Durchlauf-Erwärmungsanlage für Metallbänder oft beträchtliche Bandstücke am Anfang eines Bandes wegen zu großer Temperaturabweichungen bei der Wärmebehandlung nicht verwendet werden können und verschrottet werden müssen.

[0009] Um die beschriebenen Nachteile zumindest beim Wechsel zu einem neuen Bandbund zu vermeiden, sind bei Bandanlagen, die auf hohe Banddurchlaufgeschwindigkeiten ausgelegt sind, aufwendige, mit vielen Rollen versehene Bandspeicher auf der Einlauf- und der Auslaufseite erforderlich. Diese Bandspeicher sind kostenaufwendig, sie erfordern einen relativ großen Aufstellungsraum und tragen durch die Vielzahl der Rollen, über die das Band geführt werden muss, zu einer Verschlechterung der Qualität der Bandoberfläche bei. Um nach der Wärmebehandlung die Festigkeitseigenschaften der Metallbänder durch das Hin- und Herbiegen beim Lauf durch die vielen Schlingen des Auslaufspeichers nicht unzulässig zu ändern, müssen die Rollen einen erheblichen Durchmesser (Faustformel $D_{\min} \geq 400$ mal Bandstärke) aufweisen. Die Größe der Speicher und die Anzahl der Rollen ließen sich verringern, wenn die Bandgeschwindigkeit beim Wechsel eines Bandbundes in der Anlage verringert werden könnte, was aber beim Betriebsverfahren von Durchlauf-Wärmebehandlungsanlagen nach dem Stand der Technik aus den vorbeschriebenen Gründen nicht möglich ist.

[0010] Es wird zwar, wie in der on-line Zeitschrift "Junker News" der Otto-Junker GmbH unter www.otto-junker.de, Ausgabe 3/November 2002 auf S. 6 ausgeführt, für eine Durchlaufglühanlage für Metallbänder die Einstellung der Ofenparameter bereits automatisch mit Hilfe eines so genannten Expertensystems vorgenommen, doch dient dies nur der Auswahl der Ofentemperaturen, Ventilator Drehzahlen und der Anlage- bzw. Bandgeschwindigkeit für den stationären Produktionsbetrieb, also sich zeitlich nicht verändernde Glühbedingungen. Dadurch kann aber der generelle Nachteil der Betriebsverfahren von Banddurchlaufanlagen nach dem Stand der Technik nicht behoben werden, dass bei sich rasch oder plötzlich veränderndem Durchsatz erhebliche Veränderungen der Glühbedingungen stattfinden, die insbesondere bei Anlagen mit hohem Durchsatz zu größeren, nicht spezifikationskonform geglä-

ten Längen des wertvollen Bandmaterials führen.

[0011] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, diese beschriebenen Nachteile der Anlage nach dem Stand der Technik zu vermeiden.

[0012] Dies wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 erreicht.

[0013] Zweckmäßige Ausgestaltungen werden durch die Unteransprüche definiert.

[0014] Erfindungsgemäß wird die im Erwärmungsteil auf das die Anlage durchlaufende Band zu übertragende Wärme von der Prozesssteuerung der Anlage zur Vermeidung unzulässiger, insbesondere lokaler Temperaturschwankungen im Band bei sich änderndem Banddurchsatz automatisch den jeweiligen Durchsatzparametern wie Massendurchsatz und Oberflächendurchsatz angepasst, wobei neben dem Leistungsstellgrad der Beheizungseinrichtung auch die konvektive Wärmeübertragung dem jeweiligen Oberflächendurchsatz unter Berücksichtigung des jeweiligen Bandquerschnittes bei Beachtung der thermischen Eigenschaften des Bandmaterials durch entsprechende Wahl der Beblungsstärke der Bandoberfläche angepasst wird.

[0015] Dies bedeutet, dass zusätzlich zur Anpassung der Heizleistung an den durch die Anlage geführten Bandmassenstrom, also den Durchsatz an Bandmasse, auch eine Anpassung des konvektiven Wärmeüberganges an die zum Zweck der konvektiven Wärmeübertragung vom Gasstrom beaufschlagte Bandoberfläche vorgenommen wird.

[0016] Diese Anpassung erfolgt auf vorteilhafte Weise durch eine entsprechende Veränderung der Ventilatorumdrehzahl, wodurch sich die Aufblasgeschwindigkeit der Gasströmung auf das Band, die die Haupteinflussgröße für die konvektive Wärmeübertragung darstellt, entsprechend mitverändert. Um eine solche Betriebsweise durchzuführen, ist die Verwendung eines mathematischen Modells zweckmäßig, mit dem der Erwärmungsvorgang des Bandes bzw. des durchlaufenden Gutes in Abhängigkeit von den Durchsatzparametern und den Wärmeübertragungsparametern hinreichend genau kontinuierlich auch für sich zeitlich rasch verändernde Verhältnisse berechnet werden kann. Aus dieser Berechnung ergeben sich die erforderlichen Veränderungen des Stellgrades der Beheizungseinrichtung. Dazu ist die Übermittlung der Informationen aus einer Bandverfolgung nach dem Stand der Technik zu dem das mathematische Modell betreibenden Rechner erforderlich. Der Rechner erhält somit in hinreichend kurzen Intervallen die Daten wie Bandbreite, Banddicke, Bandgeschwindigkeit und Angaben über die Glühbedingungen und kann daraus den erforderlichen Stellgrad der Beheizungseinrichtung sowie die notwendige Veränderung der Ventilatorumdrehzahlen zur Erzielung der jeweils erforderlichen konvektiven Wärmeübertragung bestimmen.

[0017] Der Vorteil dieses erfindungsgemäßen Verfahrens ist, dass stets die Wärmeübergangsbedingungen und diejenige Heizleistung bereitgestellt werden, die für

die jeweilige Guterwärmung erforderlich sind, ohne dass auf eine Abweichung der Ist-Temperatur von der Sollwert-Temperatur gewartet werden muss. Außerdem können in besonders vorteilhafter Weise noch die Wärmeträgheit der Einbauteile in der Erwärmungsanlage, die am Wärmeübergang beteiligt sind, wie z. B. Strahlheizrohre bei indirekt gasbeheizten und unter Schutzgasatmosphäre arbeitenden Anlagen, die Massen des Innengehäuses, des Strömungsführungs- und Düsen-systems sowie die Massen der üblicherweise aus metallischen Werkstoffen gefertigten Ventilatorräder berücksichtigt werden.

[0018] Bei Wärmebehandlungsanlagen, die aus einem Erwärmungsteil und einem nachfolgenden Kühlteil bestehen, kann auf gleiche Weise die Abkühlung den jeweiligen Durchsatzbedingungen angepasst werden. Dadurch ist es möglich, sowohl beim Erwärmen als auch beim Abkühlen die Vorgaben der Wärmebehandlung bezüglich Aufheiz- und Abkühlgeschwindigkeit und Verweilzeit des Bandes in bestimmten Temperaturbereichen, auch unter sich zeitlich rasch verändernden Durchsatzbedingungen, innerhalb zulässiger Grenzen einzuhalten.

[0019] Beim Betrieb einer Durchlauf-Wärmebehandlungsanlage für Bänder ist es nach dem erfindungsgemäßen Verfahren folglich auch möglich, bei einem Bandbundwechsel die Banddurchlaufgeschwindigkeit ohne nachteilige Folgen für die Wärmebehandlung beträchtlich zu senken, um dadurch die Größe der erforderlichen Bandspeicher zu reduzieren oder einen oder sogar beide Bandspeicher einzusparen.

[0020] In Anlagen mit schwebender Bandführung und Umwälzventilatoren zur getrennten Versorgung der oberen und unteren Schwebedüsen-systeme erfolgt die bei Änderung des Banddurchsatzes zur Anpassung der Wärmeübertragung erforderliche Veränderung des konvektiven Wärmeüberganges durch aufeinander abgestimmte Drehzahlverstellung der oberen und unteren Ventilatoren derart, dass die zur Vermeidung von Bandberührung erforderliche resultierende Tragkraft des Schwebedüsen-systems erhalten bleibt. Hierzu werden von der Prozesssteuerung, in der die Schwebekraftkurven für das Düsen-system hinterlegt sind, außer den Ventilatorumdrehzahlen die Banddaten wie Dichte und Abmessungen sowie die Gastemperaturen ausgewertet.

[0021] Schließlich ist ein großer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens z. B. im Vergleich zu der in den OTTO JUNKER News 3, 2002, beschriebenen Software, dass wegen der präzisen Erfassung der Banderwärmung auch für transiente Vorgänge Materialzustände in dem für Durchlauferwärmungsanlagen hauptsächlich wichtigen Bereich der primären Rekristallisation und im anschließenden Übergang zur sekundären Rekristallisation genau und reproduzierbar angefahren werden können. Hierzu dient erfindungsgemäß ein mathematisches Modell, das mittels bekannter Rekristallisationsdaten, die bei isothermen Untersuchungen gewonnen wurden, durch numerische Integration auch für den

nichtisothermen Erwärmungsvorgang in einer Banddurchlaufanlage eine Vorberechnung der Materialeigenschaften wie Korngröße, Härte, Zugfestigkeit und Dehngrenze ermöglicht und eine entsprechende Anlagenführung zur Erzielung und Konstanthaltung dieser Eigenschaften auch bei transienten Zuständen gestattet.

[0022] Die Anwendung des Verfahrens nach der Erfindung wird im Folgenden anhand eines typischen Anwendungsfalles erläutert. Die Figuren 1 und 2 dienen der Veranschaulichung. Es zeigen Figur 1 schematisch eine stark vereinfachte Metall-Band-Glühanlage und Figur 2 ein schematisches Diagramm zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Werkstoffmodells.

[0023] Ein Band 1 läuft von einem der beiden Abwickler 2a oder 2b der vorzugsweise als Doppelgruppe ausgeführten Abwickelstation zunächst durch eine Heftmaschine 2c, wo eine Verbindung zwischen dem Anfang des neuen Bandbundes mit dem Ende des vorherigen hergestellt wird.

[0024] Danach tritt das Band in eine Bandreinigung 3 ein. Mit zwei S-förmig vom Band umschlungenen Rollen 4 wird der für einen Bandspeicher 5 notwendige Bandzug aufgebaut. Hinter dem Bandspeicher 5 ist ein zur Abgrenzung des niedrigen Ofenzuges dienender erster 3-Rollen-Block 6 angeordnet. Von dort läuft das Band durch eine der Bandverfolgung dienende Heftstellenerfassung 6a und gelangt über eine sich horizontal hin und her bewegende Tänzerrolle 7, die der Konstanthaltung des Bandzuges in Wärmebehandlungsteilen 8 und 9 dient, in eine erste Ofenzone 8a.

[0025] An den Ofenteil 8 mit den Zonen 8a, 8b und 8c schließt sich ein Kühlteil 9 mit zwei Zonen 9a und 9b an, wobei die Anzahl der Ofen- und Kühlzonen nach den jeweiligen Anforderungen gewählt wird. Danach läuft das Band über eine zugleich der Bandmittensteuerung dienende Umlenkrolle 10, die in einem schutzgasdichten Gehäuse untergebracht ist, in eine zugleich als Schutzgasabdichtung dienende Wassertasse mit einer Tauchrolle 10a. Über einen Bandtrockner 11 und einen zweiten 3-Rollen-Block 12 gelangt das Band in eine abschließende Oberflächenbehandlung 13 und schließlich über weitere S-Rollen 14 zu einem von zwei Aufwicklern 15a oder 15b.

[0026] Durch die Anwendung des beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahrens, gegebenenfalls in Verbindung mit dem beschriebenen erfindungsgemäßen Werkstoffmodell, ist es möglich, auf einen Bandspeicher hinter der Wärmebehandlung zu verzichten, weil beim Wechsel von einem Bandbund zum nächsten die Bandgeschwindigkeit erheblich, z. B. bei Produktionsgeschwindigkeiten von 100 m/min und mehr auf etwa die Hälfte, verringert werden kann, ohne dass sich Glühbedingungen für das Bandmaterial und folglich auch die erzielten Materialeigenschaften ändern. Dann steht genügend Zeit für das Einfädeln des Bandes in den freien Aufwickler 15a bzw. 15b zur Verfügung. Zum Abschneiden der Heftstelle kann eine mitfahrende Schere 25 nach dem Stand der Technik verwendet werden.

[0027] Sobald die Heftstelle und damit der Anfang eines neuen Bandes erfasst wird, stellt die Prozesssteuerung, in die die relevanten Eigenschaften des Bandes inkl. seiner Wärmebehandlung und dem angestrebten Temperaturprofil eingegeben worden sind und die ggf. auch das erfindungsgemäße Werkstoffmodell auswertet, die Beheizungseinrichtungen der einzelnen Ofenzonen 8a, 8b, 8c, im Beispiel der Figur 1 gasbeheizte Strahlheizrohre 21, zonenweise und nacheinander auf den zum neuen Band und seiner Durchlaufgeschwindigkeit passenden Heizleistungsbedarf ein. Gleichzeitig wird - ebenfalls zonenweise - der konvektive Wärmeübergang im Ofenteil 8 mit den Ventilatorantrieben 20o und 20u entsprechend eingestellt.

[0028] Das Werkstoffmodell erlaubt während der Veränderung der Banddurchlaufgeschwindigkeit die hinreichende Konstanthaltung der Werkstoffeigenschaften. Dies erläutert beispielhaft das Diagramm Figur 2. Die Werkstoffeigenschaft K, beispielsweise die Härte oder die Korngröße, soll nach Abschluss der Wärmebehandlung ca. 53 betragen. Das Werkstoffmodell wählt dazu eine Materialtemperatur aus, für die am Ende der primären Rekristallisation dieser Wert der Eigenschaft K erreicht wird. Die Eigenschaft verändert sich über der Zeit entsprechend den Kurven K. Erfindungsgemäß kommt es also darauf an, für beide Glühkurven sicher den Übergang von primärer zu sekundärer Rekristallisation innerhalb der jeweiligen Glühdauer zu erreichen. Dabei ist die Temperatur des Bandes so zu wählen, dass abhängig vom Abwalzgrad des vor der Wärmebehandlung erfolgten Kaltwalzens und der dadurch erhaltenen Versetzungsdichte die jeweiligen Zeitintervalle, die für die primäre Rekristallisation erforderlich sind, hinreichend kürzer im Vergleich mit der jeweiligen Glühdauer sind. Dabei können die maximale erreichten Materialtemperaturen, wie in der beispielhaften Darstellung in Figur 2 für die hohe und die niedrige Bandgeschwindigkeit gezeigt, unterschiedlich sein, wobei die durchgezogene, untere Kurve für 100 % Banddurchlaufgeschwindigkeit, die obere gestrichelte für 50 % Banddurchlaufgeschwindigkeit gilt. Die Kurven wurden jeweils mit dem mathematischen Werkstoffmodell für die ebenfalls im Diagramm eingetragenen Glühkurventemperatur ϑ als Funktion der Zeit (durchgezogen 100 % Geschwindigkeit, gestrichelt 50 % Geschwindigkeit) aus Rekristallisationsdaten für isotherme Verhältnisse berechnet. Ab dem Knick der Kurven bei (A) bzw. (B) verändert sich K nicht mehr merklich, weil dort die sekundäre Rekristallisation beginnt, die um etwa zwei Zehnerpotenzen verlangsamt abläuft.

[0029] Wird die Bandgeschwindigkeit verringert, z. B. zum Einfädeln in den Aufwickler oder beim Wechsel zu einem anderen Abwickler, so erfolgen Heizleistungsverstellung und Veränderung des konvektiven Wärmeüberganges parallel und abgestimmt mit der Bandgeschwindigkeitsänderung. Dadurch, dass diese Anpassung zonenweise erfolgt, kann auch die Verweilzeit des Materials bei einer bestimmten Materialtemperatur oder in ei-

nem bestimmten Materialtemperaturbereich bei Durchsatzänderung in engen Grenzen beibehalten werden.

[0030] Dabei dienen als bestimmende Größen der Bandmassenstrom, also der Durchsatz an Bandmasse, in Verbindung mit dem jeweiligen Gutquerschnitt und dem Oberflächendurchsatz.

[0031] Entsprechend kann auch bei der Steuerung/Einstellung des Kühlteils 9 verfahren werden, wobei die Einstellung des konvektiven Wärmeübergangs über die Intensität der Beaufschlagung mit Kühlgas und/oder Kühlflüssigkeit erfolgt.

[0032] Die gleiche Steuerung läßt sich auch bei Anlagen zur Wärmebehandlung von schwebend geführten Bändern verwenden, wobei die vom Beblasungssystem erzeugte Schwebekraft sich nur in einem solchen Bereich ändert, der Berührungen des Bandes an Ober- und Unterseite mit Anlagenteilen ausschließt.

[0033] Dabei wird die Schwebekraft zweckmäßigerweise auch durch den für die Wärmebehandlung, also Erwärmung oder Abkühlung, erforderlichen umgewälzten Gasstrom erzeugt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Durchlauf-Wärmebehandlungsanlage für Bänder (1) aus Stahl oder Metall mit im Laufe des Anlagenbetriebes wechselnden Massendurchsätzen, Querschnitten und/oder Oberflächen mit überwiegend konvektiver Wärmeübertragung auf das Band (1) durch mindestens einen in einem Erwärmungsteil (8) umgewälzten beheizten Gasstrom

a) mit Einrichtungen zur Regelung und/oder Steuerung der Beheizungseinrichtung für den Gasstrom und den Antrieb eines jeden Umwälzventilators, **gekennzeichnet durch** die folgenden Merkmale:

b) die im Erwärmungsteil (8) auf das Band (1) übertragene Wärme wird von der Prozesssteuerung der Anlage bei **durch** Änderung der Bandabmessungen und/oder der thermischen Eigenschaften des Bandes sich transient änderndem Leistungsbedarf bereits vor und/oder während dieses Veränderungsvorganges unter Berücksichtigung des Einflusses der Wärmeträgheit der in der Anlage enthaltenen Massen in Beziehung zu den Banddurchsatzparametern

b1) **durch** Veränderung des Leistungsstellgrades der Beheizungseinrichtung und/oder

b2) **durch** Veränderung der konvektiven

Wärmeübertragung

dem jeweiligen Oberflächendurchsatz des Gutes unter Berücksichtigung des jeweiligen Gutquerschnittes bei Beachtung der thermischen Eigenschaften des Gutmaterials angepasst.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Erreichung der angestrebten Materialeigenschaften, **gekennzeichnet durch** Korngröße oder Härte oder Zugfestigkeit oder Dehngrenze, in der Prozesssteuerung ein mathematisches Werkstoffmodell ausgewertet wird, das mittels bekannter Rekristallisationsdaten **durch** numerische Integration einen Vorberechnung der Materialeigenschaften ermöglicht und eine Anlagenführung zur Erzielung und Konstanthaltung dieser Eigenschaften auch bei transienten Zuständen gestattet.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und/oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei vorhandenem Abkühlteil (9) die Bandabkühlung im Durchlauf durch Kühlgasumwälzung und/oder durch Beaufschlagung des Bandes (1) mit einer Kühlflüssigkeit erfolgt, wobei zur Anpassung der Wärmeübertragung für die Kühlung die Intensität der Beaufschlagung des Bandes mit dem Kühlmittel auch bei transienten Vorgängen dem Bandmassen- und Oberflächendurchsatz entsprechend verändert wird.

4. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei der Durchlauf-Wärmebehandlungsanlage um eine Durchlauf-Wärmebehandlungsanlage für berührungsfrei durch die Anlage geführte Bänder aus Stahl oder Metallen handelt.

5. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4 **dadurch gekennzeichnet, dass** die automatische Anpassung des Leistungsstellgrades der Beheizungseinrichtung und/oder der konvektiven Wärmeübertragung bei Veränderungen der Abmessungen und/oder der Geschwindigkeiten und/oder aufeinanderfolgenden unterschiedlichen Bändern (1) erfolgt.

6. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor dem Einlaufen der Verbindungsstelle unterschiedlicher Bänder in die Vorrichtung die Bandgeschwindigkeit reduziert und nach dem Durchlaufen des Heizteils wieder erhöht wird.

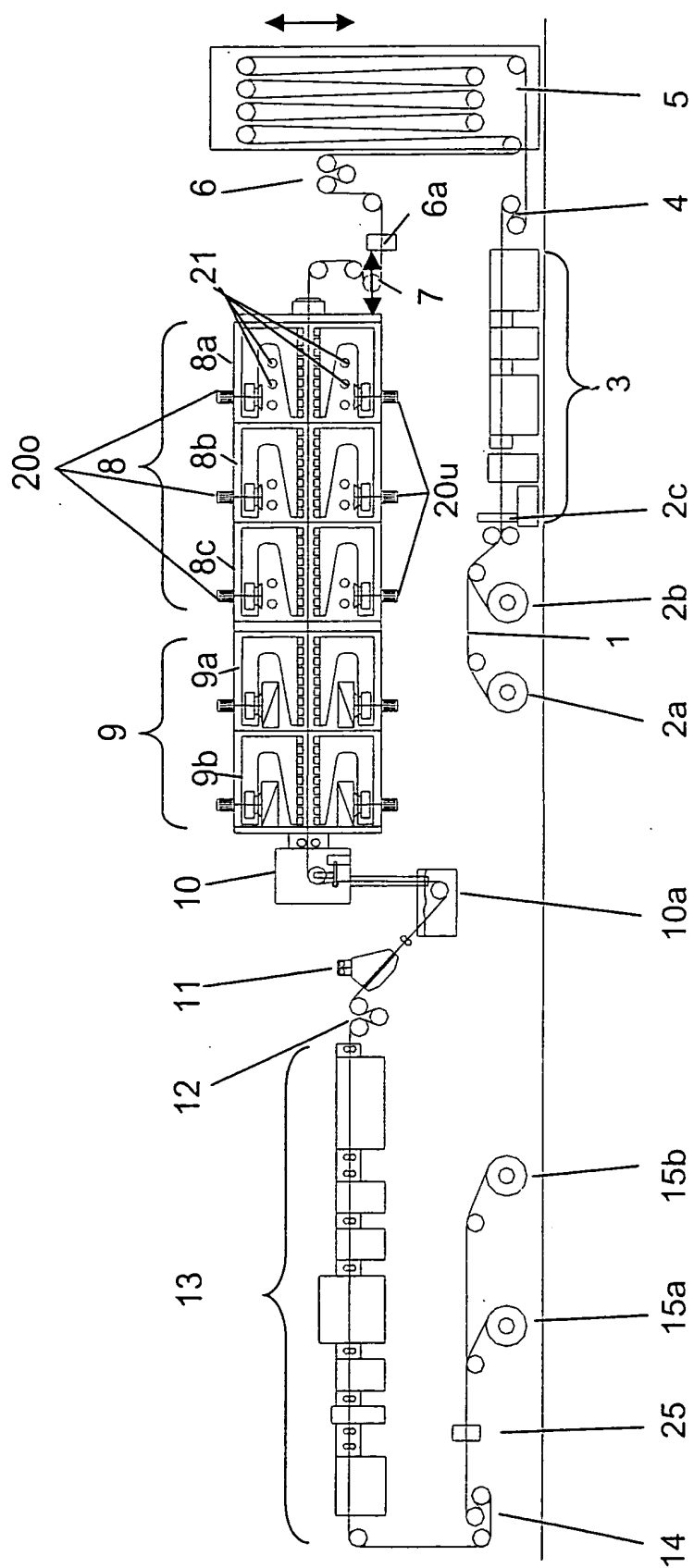
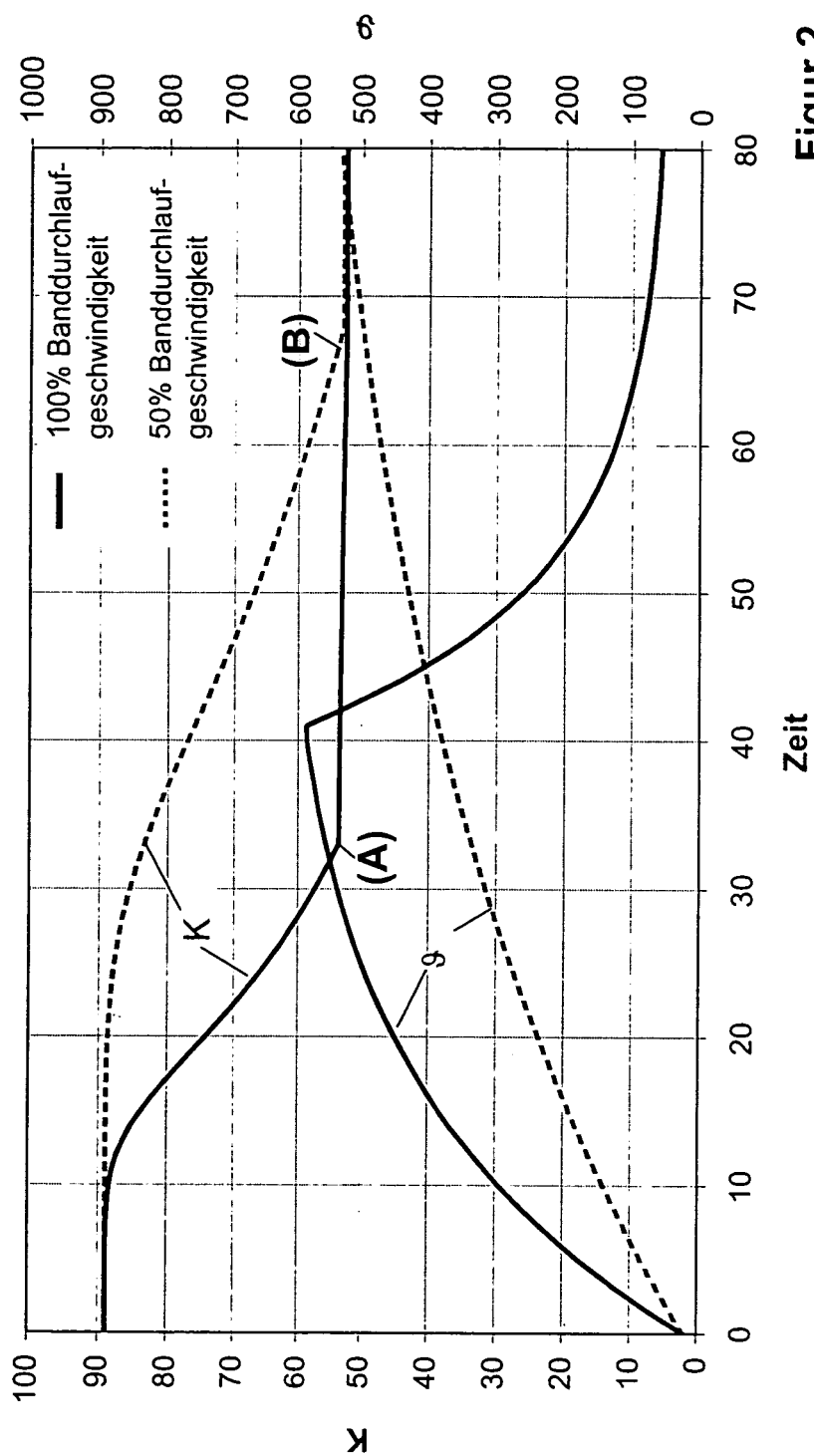


Figure 1

Änderung der Werkstoffeigenschaft K bei 100% und bei 50% Banddurchlaufgeschwindigkeit



Figur 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 01 9152

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	YAHIRO K ET AL: "Development of strip temperature control system for a continuous annealing line" INDUSTRIAL ELECTRONICS, CONTROL, AND INSTRUMENTATION, 1993. PROCEEDINGS OF THE IECON '93., INTERNATIONAL CONFERENCE ON MAUI, HI, USA 15-19 NOV. 1993, NEW YORK, NY, USA, IEEE, 15. November 1993 (1993-11-15), Seiten 481-486, XP010109002 ISBN: 0-7803-0891-3 * das ganze Dokument *	1-6	C21D9/56 C21D11/00
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 0110, Nr. 13 (C-397), 14. Januar 1987 (1987-01-14) -& JP 61 190026 A (NIPPON STEEL CORP), 23. August 1986 (1986-08-23) * Zusammenfassung *	1	
A	EP 0 545 768 A (LORRAINE LAMINAGE) 9. Juni 1993 (1993-06-09) * das ganze Dokument *	1-6	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) C21D
D,A	DIETMAR TRAUZEDDEL, MONIKA PONTZEN: "Moderne Bandanlage mit innovativer Software für Locsa in Spanien" OTTO JUNKER NEWS, Nr. 03/2002, November 2002 (2002-11), XP002298378 * Seite 6 *	1-6	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 4. Oktober 2004	Prüfer Rischard, M
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 04 01 9152

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

04-10-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 61190026 A	23-08-1986	JP 1486588 C JP 63034210 B	14-03-1989 08-07-1988
EP 0545768 A	09-06-1993	FR 2684436 A1 AT 163685 T DE 69224596 D1 DE 69224596 T2 EP 0545768 A1 ES 2114923 T3	04-06-1993 15-03-1998 09-04-1998 12-11-1998 09-06-1993 16-06-1998

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82